



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 199 09 698 C 2**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 66 F 11/04**  
F 03 D 11/00  
E 04 G 1/36

⑳ Aktenzeichen: 199 09 698.8-22  
㉔ Anmeldetag: 5. 3. 1999  
㉓ Offenlegungstag: 13. 4. 2000  
㉕ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 28. 6. 2001

**DE 199 09 698 C 2**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑥⑥ Innere Priorität:

298 16 942. 8 22. 09. 1998  
298 19 391. 4 30. 10. 1998

⑦③ Patentinhaber:

Siebert, Antonius J., 59519 Möhnesee, DE; Robl,  
Klaus A., 59505 Bad Sassendorf, DE; Mersch,  
Markus, 33106 Paderborn, DE

⑦④ Vertreter:

Patent- und Rechtsanwälte Meinke, Dabringhaus  
und Partner GbR, 44141 Dortmund

⑦② Erfinder:

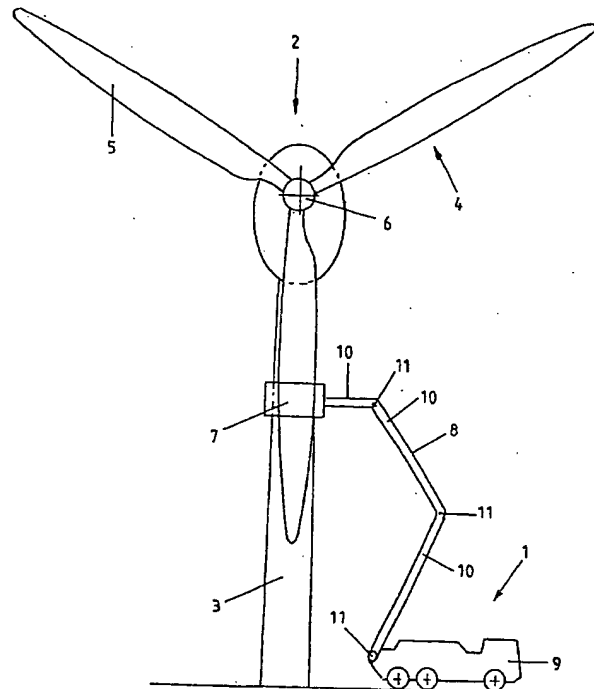
Siebert, Antonius, 59519 Möhnesee, DE; Robl,  
Klaus, 59505 Bad Sassendorf, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 197 26 408 C1  
DE 43 39 638 A1  
DE 296 03 278 U1

⑤④ Vorrichtung zur Durchführung von Reparatur- und Serviceleistungen insbesondere an Rotorblättern von  
Windkraftanlagen

⑤⑦ Vorrichtung zur Durchführung von Reparatur- und Serviceleistungen an der Witterung ausgesetzten Objekten aus faserverstärktem Kunststoff oder Aluminium, insbesondere zur Instandhaltung und Wartung von Rotorblättern von Windkraftanlagen, gekennzeichnet durch eine Bereiche des Rotorblattes (5) aufnehmende Arbeitskabine (7) mit Dichteinrichtungen (17-19) zum Abdichten der Arbeitskabine (7) gegenüber den am Standort herrschenden Umgebungsbedingungen.



**DE 199 09 698 C 2**

## Beschreibung

Die Erfindung richtet sich auf eine Vorrichtung zur Durchführung von Reparatur- und Serviceleistungen an der Witterung ausgesetzten Objekten aus faserverstärktem Kunststoff, Aluminium, insbesondere zur Instandhaltung und Wartung von Rotorblättern von Windkraftanlagen.

Bei Reparaturen an Oberflächen an nichtmetallischen Werkstoffen müssen in der Regel besondere Bedingungen eingehalten werden. So gibt beispielsweise der "Germanische Lloyd" Richtlinien heraus, die derartige Reparaturen von Bauteilen betreffen.

Um allen diesen Besonderheiten gerecht werden zu können, ist es bekannt, beispielsweise bei der Reparatur von Rotorblättern an Windkraftanlagen die Rotorblätter zu demonstrieren und in eine Werkshalle zu transportieren, um dort die äußeren Bedingungen so zu gestalten, daß die Normen und Anregungen des "Germanischen Lloyds" eingehalten werden. Der damit verbundene Aufwand ist beträchtlich, die Stillstandszeiten der Windkraftanlagen vergleichsweise hoch, so daß man bemüht ist, wenn irgendmöglich, diese Instandhaltungs- und Wartungsanlagen vor Ort unmittelbar am Rotor vorzunehmen.

Es sind z. B. aus der DE-43 39 638-A1 Reparaturbühnen bekannt, die z. B. über Winden am Mast einer Windkraftanlage gehoben und gesenkt werden können und dabei offen ein Rotorblatt umgeben. Eine vergleichbare Anlage ist in der DE-197 26 408-C1 beschrieben. Eine ähnliche Anlage zeigt auch das DE-296 03 278-U1, das sich dadurch auszeichnet, daß die Aufhängevorrichtung an der Wurzel der beiden nach oben weisenden Rotorblätter befestigt wird, wenn das dritte Rotorblatt gewartet wird, was voraussetzt, daß eine Windkraftanlage dreiblättrig ausgebildet ist.

Der diesen Arbeitsbühnen gemeinsame Nachteil besteht insbesondere darin, daß sie lediglich bei schönem Wetter eingesetzt werden können, da sonst die vom "Germanischen Lloyd" vorgeschriebenen Parameter nicht eingehalten werden können.

Hier setzt die Aufgabe der Erfindung ein, die darin besteht, eine Vorrichtung zu schaffen, die Wartungs- und Reparaturarbeiten an derartigen Objekten praktisch bei jedem Wetter möglich macht.

Mit einer Vorrichtung der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe durch eine Bereiche des Rotorblattes aufnehmende Arbeitskabinen mit Dichteinrichtungen zum Abdichten der Arbeitskabinen gegenüber den am Standort herrschenden Umgebungsbedingungen gelöst.

Bei einer derartigen Arbeitskabinen, die einen Teil des Rotorblattes umgibt, lassen sich alle notwendigen Parameter einstellen, die für die durchzuführenden Arbeiten notwendig sind. So kann, um nur ein Beispiel zu nennen, die Temperatur eingestellt werden, die Luftfeuchtigkeit u. dgl.

Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Besonders zweckmäßig ist dabei, wenn die Arbeitskabinen im wesentlichen querschnittlich U-förmig ausgebildet ist mit einem in Aufsicht U-förmigen Lauf- und Arbeitsdeck sowie einer Absperrung des offenen Bereiches zwischen den freien U-Schenkeln der Arbeitskabinen.

Die Vorrichtung kann selbstverständlich auch mit einer Hubeinrichtung ausgerüstet sein, etwa mit Winden, wie im Stand der Technik vorbeschrieben, oder mit Auslegerarmen eines Hubsteigers od. dgl. Da das Rotorblatt die Kabine durchsetzt, weist diese auch im Boden und in der Decke Dichtelemente auf, wobei zweckmäßig diese Dichtelemente von einer Mehrzahl von aus einer Ruhestellung in eine Dichtstellung verfahrbaren Stößeln gebildet werden. Dabei kann es zweckmäßig sein, die gemeinsamen Stößelenden mit einem aufblasbaren Schlauchkörper auszurüsten, um

eine besonders gute Abdichtung gegenüber der Umwelt zu ermöglichen. Die Betätigung dieser Dichtstößel kann pneumatisch, hydraulisch, magnetisch oder elektrisch erfolgen.

Vorteilhaft ist es, wenn die Arbeitskabinen mit einer Klimatisierungsanlage insbesondere zum Heizen und Belüften ausgerüstet ist, wie dies in weiterer Ausgestaltung der Erfindung ebenfalls vorgesehen sein kann.

Eine Besonderheit der Arbeitskabinen kann darüber hinaus darin bestehen, daß diese mit einer Greifeinrichtung zum Fixieren eines Rotorblattes ausgerüstet ist, um in der Kabine ein Rotorblatt demontieren zu können und es zusammen mit der Kabine dann auf den Boden absenken zu können.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung kann darin bestehen, daß die Arbeitskabinen als Slipwagen zur Fixierung, Förderung und Längsdrehung eines Rotorblattes ausgestaltet ist. Mit dieser Gestaltung ist es möglich, zunächst ein Rotorblatt zu demontieren, wobei es von der Arbeitskabinen gehalten wird. Dabei können Fördereinrichtungen vorgesehen sein, die bei demontiertem und vom Masten der Windkraftanlage entfernten Rotorblatt dieses in der Arbeitskabinen so verschiebt, daß etwa ein mittiger Schwerpunkt des Gesamtsystems erreicht wird. Das Hubelement der Arbeitskabinen senkt diese dann in Richtung auf den Boden und setzt die Arbeitskabinen so ab, daß sie als Slipwagen einsetzbar ist.

Eine alternative Ausgestaltung kann darin bestehen, daß die Hubeinrichtung von einer am Mast der Windkraftanlage befestigten und/oder befestigbaren Schiene mit Seilzug zur Förderung der Arbeitskabinen ausgebildet ist, wobei beispielsweise die Schiene als teleskopierbarer Bestandteil eines Fahrzeugaufbaues gestaltet sein kann.

Mit einer derartigen Gestaltung kann die Tragfähigkeit des Mastes mit eingesetzt werden, um die erfindungsgemäße Arbeitskabinen zu bewegen. Je nach Standort und Gestaltung kann die Schiene auch ein integraler Bestandteil des Mastes sein.

Die Schienenanlage kann mit Fixiereinrichtungen zur Festlegung am Mast der Windkraftanlage ausgerüstet sein, wie dies die Erfindung in weiterer Ausgestaltung ebenfalls vorsieht.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aufgrund der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnung. Diese zeigt in stark vereinfachter Darstellung in

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung in Arbeitsposition in der Seitenansicht,

Fig. 2 eine Arbeitskabinen in Aufsicht im geöffneten Zustand,

Fig. 3 eine Arbeitskabinen in Aufsicht im geschlossenen Zustand,

Fig. 4 eine Arbeitskabinen im Schnitt IV-IV gemäß Fig. 2,

Fig. 5 eine Arbeitskabinen im Schnitt V-V gemäß Fig. 3 sowie in

Fig. 6 die Seitenansicht auf eine Windkraftanlage mit am Mast angelegter Schienenanlage.

Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zur Wartung von Windkraftanlagen in Arbeitsposition einer Windkraftanlage 2. Die Windkraftanlage 2 umfaßt einen Tragmast 3, in dessen oberem Bereich ein Rotor 4 angeordnet ist. Dieser weist drei Rotorblätter 5, die an einer Nabe 6 befestigt sind, auf. Die Nabe 6 ist zugleich Drehachse des Rotors 4 und in bekannter Weise beispielsweise mittels eines hier nicht dargestellten Übersetzungsgetriebes mit einem ebenso nicht dargestellten Generator verbunden. Der Abtrieb der Nabe 6 ist in bekannter Weise so ausgelegt, daß sich diese in mehreren Stellungen arretieren läßt, so daß zum Beispiel eine Demontage der Rotorblätter 5 durchführbar ist.

Die Vorrichtung zur Wartung von Windkraftanlagen 1 umfaßt eine Arbeitskabinen 7, die mittels eines Hubarmes 8

mit einem Fahrzeug 9 verbunden ist. Das Fahrzeug 9 kann als selbständiger Lkw oder beispielsweise als Anhänger mit Hilfsaggregaten ausgeführt sein. Der Hubarm 8 umfaßt mehrere Armsegmente 10, die mittels Gelenken 11 miteinander verbunden sind. In der hier dargestellten Ausführungsform werden drei Armsegmente 10 verwendet, die Anzahl der Armsegmente 10 ist aber prinzipiell beliebig veränderbar. Die Armsegmente selbst können als Teleskoparme ausgebildet sein, so daß sich die maximal erreichbare Arbeitshöhe der Arbeitskabinen 7 vergrößern läßt. Die Gelenke 11 können beispielsweise mittels Hydraulikzylinder bewegt werden.

Fig. 2 zeigt die Arbeitskabinen 7 in der Ansicht von oben in einer ersten Konfiguration. Diese umfaßt eine Querwand 12, die an einem Armsegment 10 starr befestigt ist. An der dem Armsegment 10 abgewandten Seite der Querwand 12 ist beidseitig jeweils eine Längswand 13 angeordnet. An ihrer Ober- und Unterseite, vgl. Fig. 4, wird die Arbeitskabinen 7 von je einer U-förmig ausgeschnittenen Bodenplatte 14 sowie einer Dachplatte 15 abgedeckt. Die Arbeitskabinen 7 verfügt damit über einen nutartigen Ausschnitt 16, in den ein Rotorblatt 5 einbringbar ist. Bei festgelegtem Rotor 4 läßt sich das Rotorblatt 5 durch Bewegen der Arbeitskabinen 7 mit Hilfe des Hubarmes 8 in die Arbeitsposition gemäß Fig. 2 bringen.

Sowohl im Bereich der Bodenplatte 14 als auch im Bereich der Dachplatte 15 verfügt die Arbeitskabinen 7 über einen beiderseits des U-förmigen Ausschnittes angebrachten Schlauchkörper 17. Dieser kann aufgeblasen und mit Hilfe von Stößeln 18 auf die Oberfläche des Rotorblattes 5 gedrückt werden, vgl. Fig. 3. Die Stößel 18 können zum Beispiel hydraulisch oder per Luftdruck bewegt werden. Die Stößel 18 sind dazu beweglich in der Bodenplatte 14 bzw. Dachplatte 15 angeordnet. Alternativ zu einzelnen Stößeln 18 könnten hier auch größere Plattensegmente verwendet werden.

Fig. 3 zeigt in der Schließlage die Dichtungen mit angelegtem Schlauchkörper 17 am Rotorblatt 5. Eine an der dem Armsegment 10 abgewandten Seite der Arbeitskabinen 7 angeordnete Schiebetür 19 dichtet dabei die Arbeitskabinen 7 nach außen hin ab. In dieser Konfiguration ist die Arbeitskabinen 7 nach außen hin weitgehend abgedichtet, so daß sich Arbeiten an dem umschlossenen Teil des Rotorblattes 5 ohne Witterungseinflüsse von außen durchführen lassen.

Fig. 4 zeigt die erste Konfiguration der Arbeitskabinen 7 gemäß Fig. 2 im Schnitt gemäß IV-IV. Entsprechend zeigt Fig. 5 die Arbeitskabinen 7 in der zweiten Konfiguration entsprechend Fig. 3 im Schnitt V-V. Die beiden Figuren verdeutlichen, daß das Rotorblatt 5 auch in einer Position, die deutlich von der Senkrechten abweicht, in dem Ausschnitt 16 der Arbeitskabinen 7 festgelegt werden kann.

Im folgenden wird ein Verfahren zur Wartung von Windkraftanlagen mit Hilfe der zuvor beschriebenen Vorrichtung dargestellt. In der ersten Konfiguration gemäß Fig. 2 bzw. Fig. 4 wird die Arbeitskabinen 7 mit Hilfe des Hubarmes 8 in eine derartige Position gebracht, daß das in etwa in einer senkrecht nach unten zeigenden Stellung arretierte Rotorblatt im Ausschnitt 16 zu liegen kommt. Der Schlauchkörper 17 wird sodann mit Hilfe der Stößel 18 auf die Oberfläche des Rotorblattes 5 gepreßt, so daß der Innenraum der Arbeitskabinen 7 weitgehend gegenüber der Umgebung abgedichtet ist. Wartungsarbeiten an dem Rotorblatt 5 können nun unabhängig von der Witterung innerhalb der Arbeitskabinen 7 durchgeführt werden.

Die Arbeitskabinen 7 kann zudem mit Absaugeinrichtungen versehen ein, so daß zum Beispiel Sandstrahl- oder Schleifarbeiten ohne Beeinträchtigung der Umwelt möglich sind. Sobald ein Segment eines Rotorblattes 5 bearbeitet ist,

wird der Schlauchkörper 17 von der Oberfläche des Rotorblattes 5 gelöst, so daß die Arbeitskabinen 7 wieder in eine Konfiguration gemäß Fig. 2 bzw. gemäß Fig. 4 überführt wird. In dieser Konfiguration ist die Arbeitskabinen 7 entlang des Rotorblattes 5 verfahrbar und kann in eine neue Position gebracht werden.

Durch Andrücken des Schlauchkörpers 17 an die Oberfläche des Rotorblattes 5 kann an der gewünschten neuen Position wiederum ein geschlossener Arbeitsraum hergestellt werden. Auf diese Weise kann nach und nach das gesamte Rotorblatt 5 mit der Arbeitskabinen 7 abgedeckt werden. Durch Drehen des Rotors 4 und erneutes Arretieren können auch die anderen Rotorblätter 5 entsprechend bearbeitet werden.

Nicht näher dargestellt ist die Möglichkeit, die Arbeitskabinen 7 mit einer Greifeinrichtung auszustatten, die es erlaubt, ein demontiertes Rotorblatt 5 zu fixieren, um es mit der Hubeinrichtung 8 am Boden niederlegen zu können. Dabei kann die Arbeitskabinen 7 als sogenannter Slipwagen ausgestaltet sein, etwa mit an der Rückwand befestigten Laufrädern, so daß das demontierte Rotorblatt mittels der Arbeitskabinen 7 zu einer Werkshalle od. dgl. gefördert werden kann.

In Fig. 6 ist eine alternative Gestaltung der erfindungsge-  
mäßigen Vorrichtung dargestellt, wobei alle funktionsmäßig gleichen Elemente die gleichen Bezugszeichen tragen wie bei der vorangegangenen Beschreibung.

Die auch hier allgemein mit 1 bezeichnete Vorrichtung dient zur Wartung und Reinigung der Rotorblätter 5 des Rotors 4 einer Windkraftanlage, allgemein mit 2 bezeichnet, am oberen Ende eines Tragmastes 3. Von einem Fahrzeug 9 aus kann nach dieser Variante am Tragmast 3 ein Schienensystem 20 angelegt oder befestigt werden, auf dem ein Schlitten 21 mit der Arbeitskabinen 7 verfahrbar angeordnet ist.

Lediglich symbolisch ist ein Seilzug 22 gestrichelt dargestellt, an dem die Kabinen 7 gehoben und gesenkt werden kann, die entsprechende Winde kann beispielsweise auf dem Fahrzeug 9 positioniert sein.

Mittels eines zusätzlichen Kniearmes 23 ist in Fig. 6 angedeutet, daß das Schienensystem 20 auch als integraler Aufbaubestandteil des Fahrzeuges 9 ausgebildet sein kann, etwa in Art einer Feuerwehroleiter od. dgl., natürlich kann auch in Art eines Stecksystems eine segmentweise Montage vorgesehen sein. In der Figur sind auch klammerartige Elemente 24 dargestellt, mit denen das Schienensystem am Mast fixierbar ist.

Natürlich sind die beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung noch in vielfacher Hinsicht abzuändern, ohne den Grundgedanken zu verlassen. So kann die Arbeitsbühnen 7 beispielsweise auf dem Schlitten 21 in der Horizontalebene verstellbar angeordnet sein, um ggf. unterschiedliche Rotorblattabstände relativ zum Mast ausgleichen zu können u. dgl. mehr.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Durchführung von Reparatur- und Serviceleistungen an der Witterung ausgesetzten Objekten aus faserverstärktem Kunststoff oder Aluminium, insbesondere zur Instandhaltung und Wartung von Rotorblättern von Windkraftanlagen, **gekennzeichnet durch** eine Bereiche des Rotorblattes (5) aufnehmende Arbeitskabinen (7) mit Dichteinrichtungen (17-19) zum Abdichten der Arbeitskabinen (7) gegenüber den am Standort herrschenden Umgebungsbedingungen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet

zeichnet, daß die Arbeitskabine (7) im wesentlichen querschnittlich U-förmig ausgebildet ist mit einem in Aufsicht U-förmigen Lauf- und Arbeitsdeck sowie einer Absperrung (19) des offenen Bereiches zwischen den freien U-Schenkeln der Arbeitskabine.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Hubeinrichtung (8) zur Führung der Arbeitskabine (7) über die Länge eines Rotorblattes (5).

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden- und Dachbereich (14, 15) der Arbeitskabine (7) in einer Mehrzahl von aus einer Ruhestellung und einer Dichtstellung verfahrbaren Stößeln (18) versehen ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die vorderen freien Enden aller benachbarten Stößel (18) mit einem gemeinsamen aufblasbaren Schlauchkörper (17) ausgerüstet sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigung der Dichtstößel (18) pneumatisch, hydraulisch, magnetisch oder elektrisch erfolgt.

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitskabine (7) mit einer Klimatisierungsanlage insbesondere zum Heizen und Be- und Entlüften ausgerüstet ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitskabine (7) mit Hubeinrichtung eine Greifeinrichtung zum Fixieren eines Rotorblattes zugeordnet ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitskabine (7) mit Hubeinrichtung (8) als Aufbau eines Fahrzeuges (9) ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitskabine (7) als Slipwagen zur Fixierung, Förderung und Längsdrehung eines Rotorblattes (5) ausgestaltet ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubeinrichtung (8) als ein am Mast (3) der Windkraftanlage befestigtes und/oder befestigbares Schienensystem (20) mit Seilzug (21) zur Förderung der Arbeitskabine (7) ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Schienensystem (20) als teleskopierbarer Bestandteil eines Fahrzeugaufbaues ausgebildet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Schienensystem (20) mit Fixiereinrichtungen (24) zur Festlegung am Mast der Windkraftanlage ausgerüstet ist.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

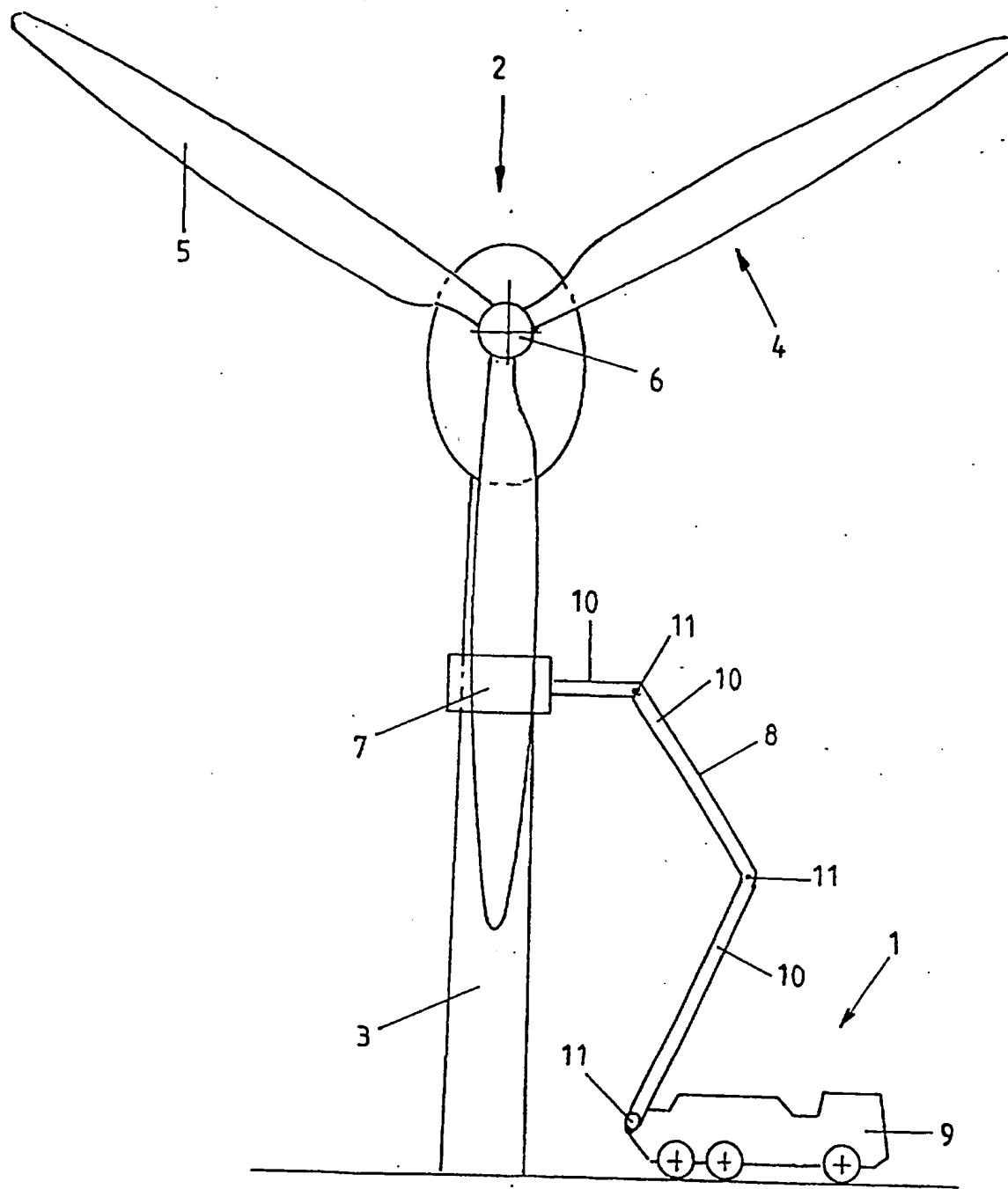
---

55

60

65

Fig.1



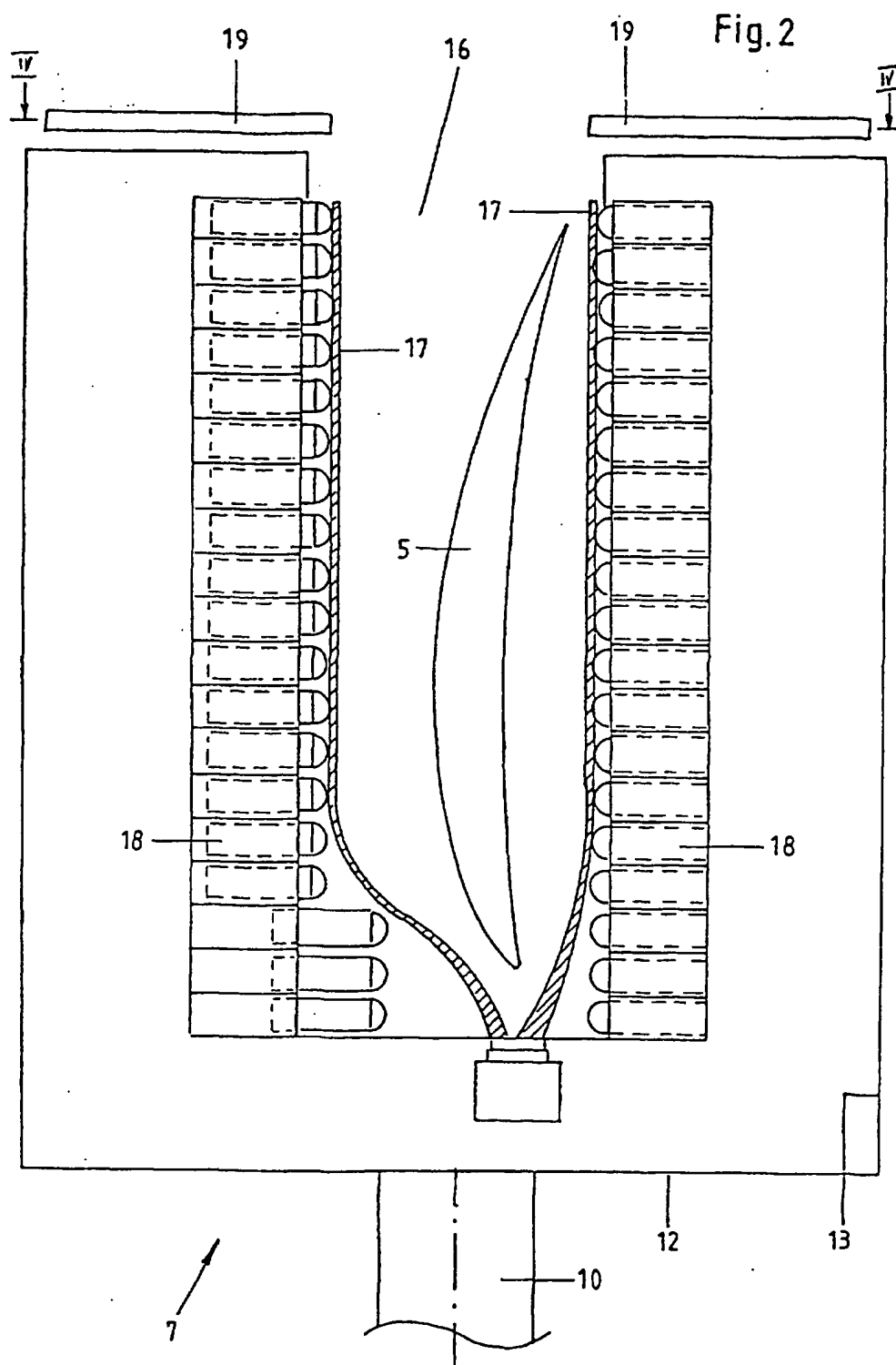


Fig.3

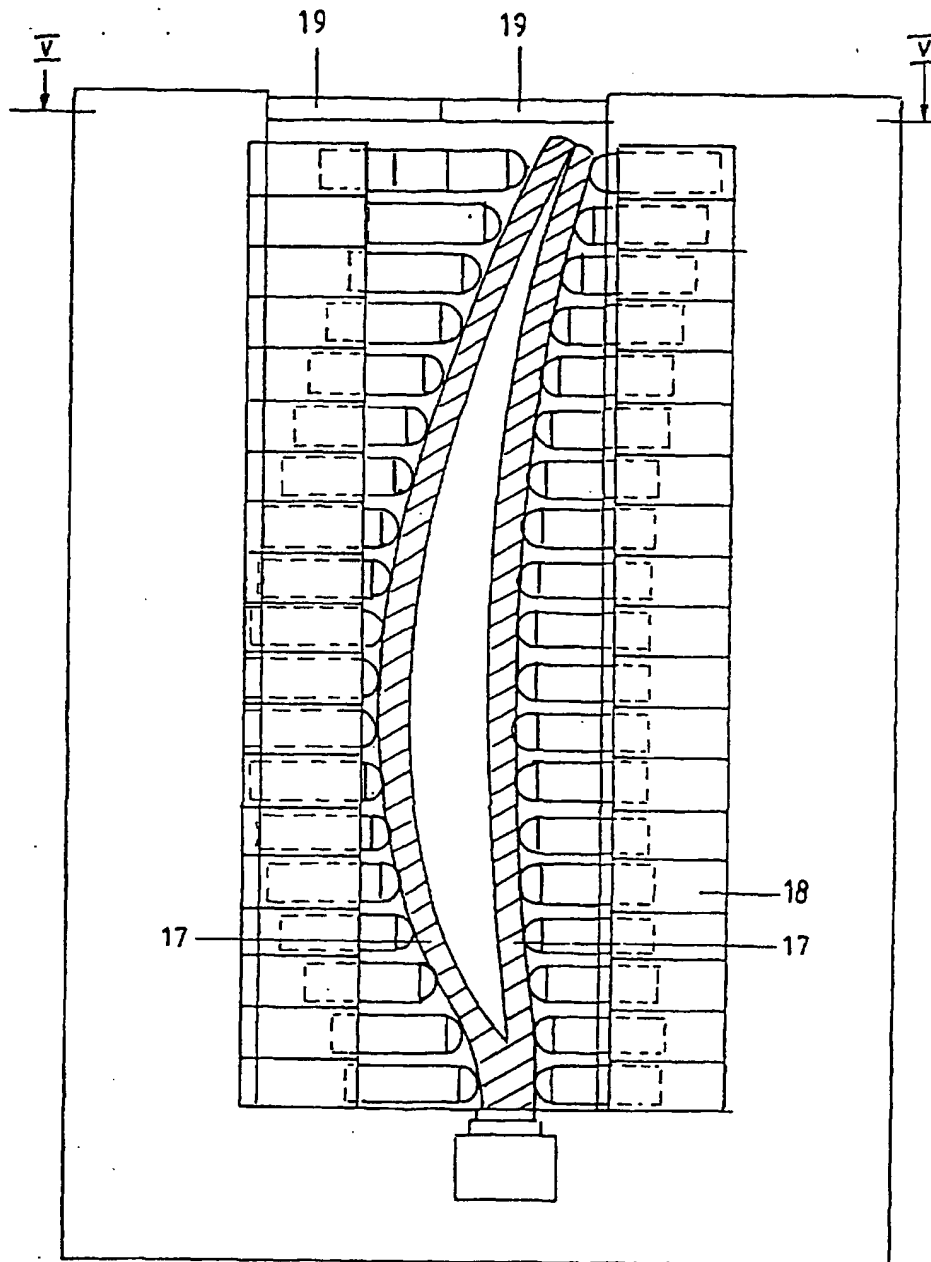


Fig.4

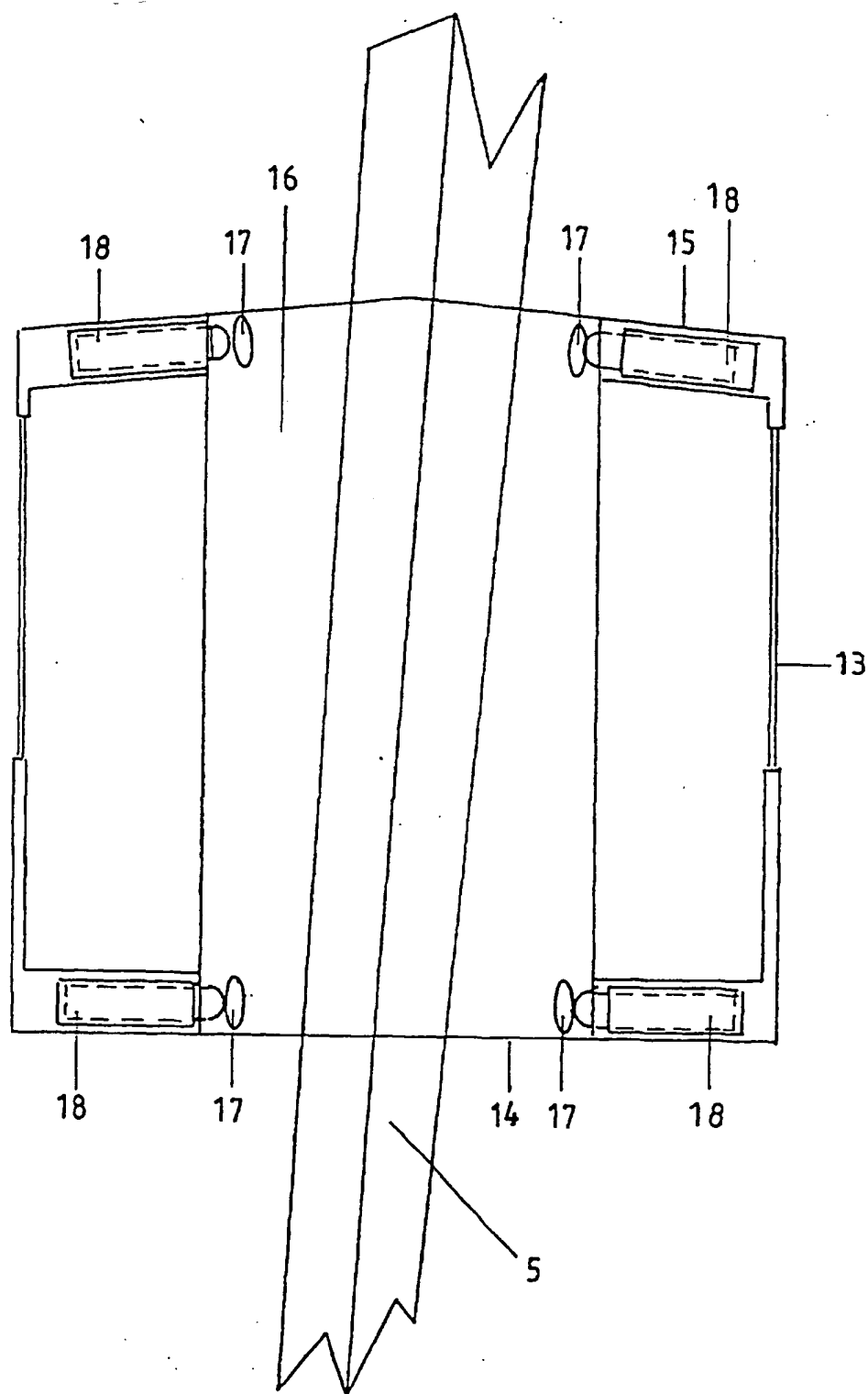
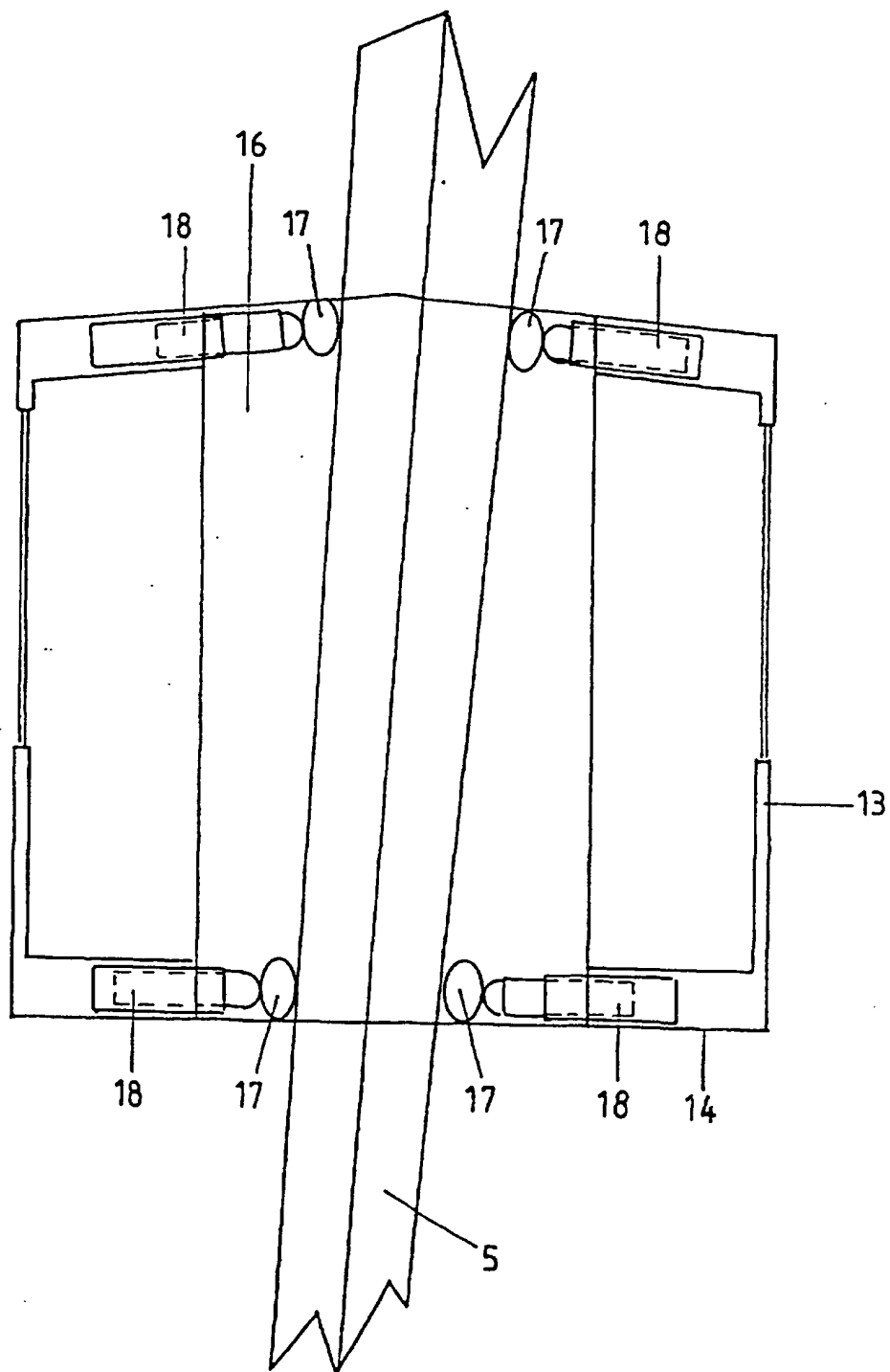




Fig. 5



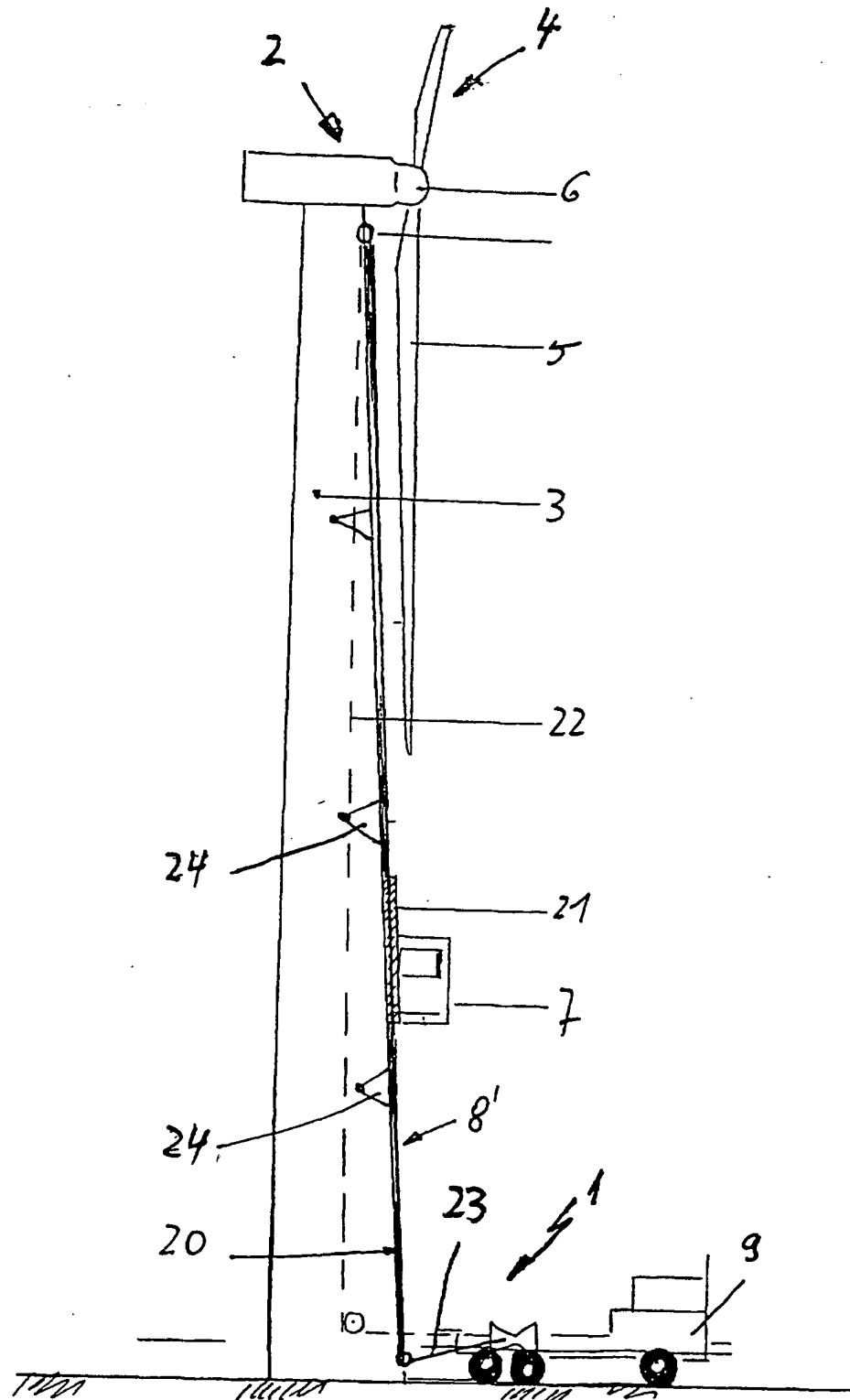


Fig. 6